

Разработка системы базы знаний при усовершенствовании автоматизированной системы управления связью

Е.П. Кайдаш, email: Kaydash_ne@mail.ru

И.С. Назмутдинов, email: nazmutdinov71@mail.ru

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

***Аннотация.** В статье рассмотрены возможности использования информационной системы при решении задач управления связью. Основным компонентом информационной системы является база знаний, включающая набор правил принятия решений с использованием нечетко-продукционных правил.*

***Ключевые слова:** Автоматизированная система управления связью, система поддержки принятия решений, база знаний, кластерно-генетический метод редукции, кластеризация, редукция нечетких правил.*

Введение

Автоматизированная система управления связью является основным инструментом многоуровневой поддержки принятия решений должностных лиц, для обеспечения планирования, подготовки к применению по назначению, применения и восстановления системы связи, и боеспособности сил и средств. В данной системе должны быть реализованы следующие виды (уровни) управления связью: организационное, оперативно-техническое и технологическое [1].

При этом задачи автоматизированного управления связью на организационном уровне должны решаться на основе применения комплексов средств автоматизации управления связью, общего программного обеспечения, специального программного обеспечения организационного управления и элементов информационного обеспечения - баз данных организационного управления, реализованных на основе современных средств прикладной среды систем поддержки принятия решений.

Система поддержки и принятия решения должностных лиц представляет собой интерактивную автоматизированную систему, которая облегчает использование данных и моделей для идентификации, решения поставленных задач и принятия решений.

В этих условиях назрела необходимость в решении проблемы совершенствования методов работы должностных лиц путем разработки

и внедрения информационных систем (ИС) поддержки принятия решений. Основным элементом данной системы является база знаний, включающая набор правил принятия решений, выраженных в форме четких и нечетких продукций. Использование нечетко-продукционных правил позволяет решать практические задачи в условиях неопределенности и неполноты исходных данных.

Теоретический анализ

Анализ достоинств и недостатков разработанных баз знаний показал необходимость разработки нового комплексного кластерно-генетического численного метода редукции, который аккумулирует достоинства существующих подходов. На рисунке 1 представлена схема предложенного метода.



Рис. 1. Схема кластерно-генетического метода редукции

Как видно из рисунка, предложенный метод содержит два этапа:

1 этап – кластеризация (таксономия) нечетких правил в исходной базе знаний с получением промежуточной базы знаний, состоящей из правил, соответствующих центрам кластеров;

2 этап – редукция нечетких правил промежуточной базы знаний на основе генетического алгоритма, позволяющего минимизировать число правил и сформировать искомую базу знаний.

В процессе кластеризации правила группируются по «похожести» и определяется типичный представитель каждой группы. Нечеткие правила базы знаний представляются как точки в n -мерном пространстве, к которым применяется известный алгоритм кластеризации. В результате кластеризации формируются кластеры, для которых определяются их геометрические центры. Данные центры могут не совпадать с реальными имеющимися правилами в базе знаний, поэтому возникает задача формирования новых правил, которые описывают логические центры кластеров.

При формировании новых правил возникает задача идентификации значений параметров функции принадлежности для каждого входного

параметра, решение которой найдено в разработанном численном методе средних координат. В результате алгоритма редукции нечетких правил с применением алгоритма кластеризации исходная база знаний преобразуется в промежуточную базу знаний. В связи с тем, что не все выделенные кластеры являются значимыми, то к промежуточной базе знаний применяется генетический алгоритм минимизации числа активных правил.

В настоящее время существует большое количество различных алгоритмов кластеризации. Кластерный анализ – это совокупность методов, которые позволяют классифицировать многомерные данные. Целью кластеризации является объединение в группы похожих между собой объектов, которые принято называть кластерами или, по другому, таксонами [2].

Рассмотрим алгоритм кластеризации нечетких правил в базах знаний информационных систем поддержки принятия решений при решения задач управления связью.

Пусть имеется исходная база знаний $R = \{R_1, R_2, \dots, R_m\}$, где R_i ($i = 1 \dots m$) – нечетко-продукционные правила Такаги-Сугено вида [3]

$$\begin{aligned} \text{ЕСЛИ } x_1 = \tilde{A}_{11} \text{ И } x_2 = \tilde{A}_{12} \text{ И } \dots x_n = \tilde{A}_{1n} \text{ ТО } y = B_1 \\ \text{ЕСЛИ } x_1 = \tilde{A}_{21} \text{ И } x_2 = \tilde{A}_{22} \text{ И } \dots x_n = \tilde{A}_{2n} \text{ ТО } y = B_2 \end{aligned} \quad (2)$$

...
 ЕСЛИ $x_1 = \tilde{A}_{m1}$ И $x_2 = \tilde{A}_{m2}$ И $\dots x_n = \tilde{A}_{mn}$ ТО $y = B_k$
 где x_1, \dots, x_n – входные лингвистические переменные; $\tilde{A}_{11}, \dots, \tilde{A}_{1n}, \tilde{A}_{21}, \dots, \tilde{A}_{mn}$ – их нечеткие значения; y – четкая входная переменная; B_1, \dots, B_k – классы решений.

Предлагаемый алгоритм состоит из восьми шагов.

На первом шаге необходимо представить антецеденты нечетких правил в виде вектора их нечетких ограничений. Тогда система правил примет следующий вид

$$(\tilde{A}_{11}, \tilde{A}_{12}, \dots, \tilde{A}_{1n}), (\tilde{A}_{21}, \tilde{A}_{22}, \dots, \tilde{A}_{2n}), \dots, (\tilde{A}_{m1}, \tilde{A}_{m2}, \dots, \tilde{A}_{mn}) \quad (3)$$

На втором шаге осуществляется переход от нечетких множеств \tilde{A}_{ij} ($i=1 \dots m, j=1 \dots n$) к их четким аналогам x_{ij} , используя процедуру дефазификации.

Переход к четким аналогам расширит возможности по применению существующих методов и алгоритмов интеллектуальной обработки данных. В результате дефазификации выражение (1) примет следующий вид

$$(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}), (x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n}), \dots, (x_{m1}, x_{m2}, \dots, x_{mn}) \quad (4)$$

В общем случае значения входных параметров нечетких правил измерены в разных шкалах, поэтому на третьем этапе необходимо

произвести нормировку дефаззифицированных значений antecedентов, используя метрику вида

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{i=1,m} (x_{ij})}{\max_{i=1,m} (x_{ij}) - \min_{i=1,m} (x_{ij})} \quad (5)$$

где x_{ij} – исходное значение параметра; x'_{ij} – нормированное значение.

Результатом данной процедуры является множество точек в нормированном p -мерном пространстве

$$(x'_{11}, x'_{12}, \dots, x'_{1n}), (x'_{21}, x'_{22}, \dots, x'_{2n}), \dots, (x'_{m1}, x'_{m2}, \dots, x'_{mn}) \quad (6)$$

Таким образом, на четвертом этапе исходная база знаний может быть представлена в виде точек в p -мерном Евклидовом пространстве, количество координат которых соответствует количеству входных параметров нечетких правил. Следовательно, задача таксономии нечетких правил будет сводиться к задаче кластеризации полученных точек данных.

Таксономию знаний необходимо производить независимо для каждого класса решений, поэтому на пятом шаге выполняется разделение множества исходных точек данных на подмножества по классам решений и в каждом подмножестве кластеризация производится отдельно.

На шестом шаге в каждом подмножестве точек, разделенных по классам решения задачи, выполняется известный алгоритм кластеризации, в котором подбирается оптимальное количество кластером от минимума к максимуму до тех пор, пока точность классифицирующей способности редуцированной базы знаний не будет превосходить или равняться точности классифицирующей способности исходной базы знаний. Таким образом, при выборе лучшего кластерного решения необходимо руководствоваться критерием ошибки обобщения, получаемой интеллектуальной системой при ее работе на текстовой выборке данных

$$E = (1 - \frac{N_{\text{прав}}}{N_{\text{общ}}}) \rightarrow \min_k \quad (7)$$

где $N_{\text{прав}}$ – количество правильно классифицированных примеров; $N_{\text{общ}}$ – общее количество примеров

В результате кластеризации точек определяются геометрические центры кластеров. Полученные центры кластеров могут совпадать с точками, которые описывают правила исходной базы знаний, а могут не

совпадать. В таком случае на седьмом шаге возникает задача идентификации значений параметров функций принадлежности для каждой координаты логического центра кластера. Данную задачу решает разработанный метод (метод средних координат), который подробно описывается в [4].

После представления логических центров кластеров в виде нечетких правил, на восьмом шаге формируется новая промежуточная база знаний, которая будет подаваться на вход в генетический алгоритм для минимизации числа нечетких правил в процессе выделения значимых кластеров.

Таким образом, редукции исходной базы знаний с помощью представленного алгоритма кластеризации входящих в нее нечетких правил позволяет получить промежуточную базу знаний. При этом возникает необходимость решения задачи идентификации значений параметров функций принадлежности для новых правил, соответствующих центрам кластеров

Заключение

Результатом кластеризации нечетких правил в исходной базе знаний является промежуточная база знаний, состоящая из правил, соответствующих центрам полученных кластеров. В дальнейшем для минимизации правил (удаления незначительных центров кластеров) будет использоваться редукция нечетких правил на основе генетического алгоритма, позволяющего минимизировать число сформированных кластеров.

Таким образом, внедрение перспективных цифровых средств связи и автоматизации управления, а также создание на их основе систем поддержки принятия решений позволит значительно сократить время на принятие решения, повысить оперативность управления

Список литературы

2. Арсланов Х.А. и др. Автоматизированная система управления связью Вооруженных Сил Российской Федерации и приоритетные направления ее развития // Связь в Вооруженных Силах Российской Федерации, 2016. С.17–20
3. Корнеев А.М. Использование методов кластерного анализа для дискретных величин. Учебное пособие. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2006. – 56 с.
4. Абдулхаков А.Р. Алгоритмы и программный комплекс редукции баз знаний мягких экспертных систем [Электронный ресурс] // Труды Московского авиационного института. Электронный журнал. – 2014. – №75

5. Абдулхаков А.Р. Методы и алгоритмы редукции нечетких правил в базах знаний интеллектуальных систем. Дисс. на соиск. уч. степ. к-та техн. наук. – Казань, 2015. – 140 с.